

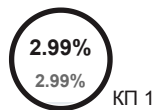
Звіт подібності

Метадані

Назва організації		підрозділ		
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas		Каф. ІТТС		
Заголовок				
2025_Меркер Ю.М._ФІТ_ІТТС_АКСм-24-1				
Автор		Науковий керівник / Експерт		
Меркер Ю. М.		Белей О. І.		
Кількість слів	Кількість символів	Дата звіту	Дата редагування	ІД документу
10063	80368	12/19/2025	---	332909473

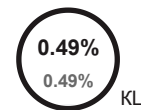
Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



10063

Кількість слів








80368

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		1
Інтервали		0
Мікропробіли		1
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		12

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Колір тексту
		КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2025_Зубків Б.В._ФІТ_ІТТС_ІСТ-21-1 6/21/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	60 0.60 %
2	2025_Гринів С. М._ФІТ_ІТТС_ІСТ-21-1 6/17/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	29 0.29 %
3	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/da37f25a-a5f9-47d3-abc8-484ee2eeb0a6/download	24 0.24 %

4	2025_Зубків Б.В._ФІТ_ІТТС_ІСТ-21-1 6/21/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	22 0.22 %
5	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/da37f25a-a5f9-47d3-abc8-484ee2eeb0a6/download	17 0.17 %
6	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/da37f25a-a5f9-47d3-abc8-484ee2eeb0a6/download	16 0.16 %
7	2025_Пронь В.В._ФІТ_ІТТС_СІ-23-1К 6/17/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	15 0.15 %
8	http://eprints.library.odeku.edu.ua/6753/1/Bukova_O.O._Pol_okh_prat_M_2019.pdf	14 0.14 %
9	http://eprints.library.odeku.edu.ua/6723/1/Averkina_A.O._Vprovadj_such_metodiv_M_2019.pdf	12 0.12 %
10	http://eprints.library.odeku.edu.ua/6753/1/Bukova_O.O._Pol_okh_prat_M_2019.pdf	11 0.11 %

з домашньої бази даних (1.25 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	2025_Зубків Б.В._ФІТ_ІТТС_ІСТ-21-1 6/21/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	82 (2) 0.81 %
2	2025_Гринів С. М._ФІТ_ІТТС_ІСТ-21-1 6/17/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	29 (1) 0.29 %
3	2025_Пронь В.В._ФІТ_ІТТС_СІ-23-1К 6/17/2025 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Каф. ІТТС)	15 (1) 0.15 %

з програми обміну базами даних (0.00 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-----------	--

з Інтернету (1.74 %)



ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
4	https://repo.nung.edu.ua/bitstreams/da37f25a-a5f9-47d3-abc8-484ee2eeb0a6/download	68 (5) 0.68 %
5	http://eprints.library.odeku.edu.ua/6753/1/Bukova_O.O._Pol_okh_prat_M_2019.pdf	33 (3) 0.33 %
6	https://kxtp.kpi.ua/theses/2018-kravchuk.pdf	27 (4) 0.27 %
7	https://www.drurylandtheatre.com/uk/what-is-modbus-protocol/	14 (2) 0.14 %
8	http://eprints.library.odeku.edu.ua/6723/1/Averkina_A.O._Vprovadj_such_metodiv_M_2019.pdf	12 (1) 0.12 %
9	https://studfile.net/preview/11223155/page:9/	11 (1) 0.11 %
10	https://www.essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/95581/1/Hamolin_bak_rob.pdf	10 (1) 0.10 %

Список прийнятих фрагментів

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

2 **Міністерство освіти і науки України Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Інститут інформаційних технологій Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та СИСТЕМ**
Меркер Юрій Михайлович (прізвище, ім'я, по батькові) УДК 636.5:65.011

(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми

(назва роботи)

10 **Комп'ютеризовані системи управління та автоматика**

(назва освітньої програми)

174 - **Комп'ютеризовані системи управління та автоматика**

4 (шифр і назва спеціальності) Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач освітнього ступеня

Меркер Ю.М.

1 (підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник

Белей О.І.

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту Завідувач кафедри

проф. _____ Заміховський Л.М.

(посада)

4 (підпис)

(дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ - 2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне

найменування закладу вищої освіти)

Факультет інформаційних технологій

Кафедра інформаційно-телекомунікаційних ⁴технологій та систем _____

Освітній рівень магістр _____

Спеціальність 174 - Комп'ютеризовані системи управління та автоматика

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТТС

_____ Заміховський Л.М.

« _____ » _____ 2025 ⁵року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Меркеру Юрію Михайловичу

⁵ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи** Проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми

1 (керівник роботи) _____ Белей О.І., кан. тех. н., доц. каф. ІТТС _____, (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) затверджені наказом закладу вищої освіти від " 30 " жовтня 2025 ⁵року No 690/7

2. **Строк подання студентом роботи** 26 грудня 2025 р. 3. **Вихідні дані до роботи** функціональні вимоги до системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми, вибір програмного продукту для проектування ⁸системи

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** 4.1. Аналіз предметної області

4.2. Розроблення нижнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі у Tia Portal

4.3. Проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі у програмному середовищі WinCC

⁹ 5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** _____

5.1 Hardware Config. Вигляд загальний .

5.2 Блок даних та теги для збереження значень температури та вологості. Вигляд загальний

5.3 Інтерфейс автоматизованої системи контролю умов на птахофермі. Вигляд загальний.

5.4 Вікно WinCC AlarmControl. Вигляд загальний

⁴ 6. **Консультанти розділів роботи**

Розділ Прізвище, ініціали та посада

консультанта Підпис, дата

завдання видав завдання прийняв

1-3 Белей О. І. к.т.н., доц. каф. ІТТС

⁴ 7. **Дата видачі завдання** 6 жовтня 2025

- 2 Вибір програмних пакетів для реалізації системи до 15.11 викон.
- 3 Порівняльний аналіз існуючих систем до 30.11 викон.
- 4 Розроблення нижнього рівня системи до 01.12 викон.
- 5 Проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми до 15.12 викон.
- 6 Висновки до 19.12 викон. Студент Меркер Ю. М.

(підпис) (прізвище та ініціали) Керівник роботи Белей О.І. (підпис) (прізвище та ініціали)

АННОТАЦІЯ

У кваліфікаційній випускній роботі спроектована автоматизована система, яка є актуальною науковою задачею, яка дозволить забезпечити комфортні умови проживання птахів на птахофермах чи у сільськогосподарських приміщеннях. Автоматизована система забезпечує контроль кліматичних та технічних параметрів. Науковою новизною є розроблена дворівнева система (нижній та верхній рівні) контролю технологічних та кліматичних параметрів на птахофермі з використання програмних пакетів WinCC та Tia Portal для забезпечення життєвих потреб птахів на птахофермах. Практична цінність полягає у тому, що спроектовану систему можна використати (адаптувати) не тільки на птахофермах, а й у інших галузях тваринництва.

РЕФЕРАТ

Структура магістерської роботи: 76 сторінок, 3 розділів, 40 рисунків, 15 посилань на джерела, 1 додатків.

Даний проєкт присвячено розробці інтелектуального середовища для комплексного моніторингу виробничого циклу птахофабрики, реалізованого через програмний стек Siemens (TIA Portal та WinCC) [7-11].

Досліджено специфіку галузі та сучасні тенденції автоматизації, що дало змогу виявити критичні точки в управлінні мікрокліматом та обґрунтувати перехід до цифровізованих систем керування.

Створено дворівневу структуру управління. Нижній рівень, сконструйований у TIA Portal, фокусується на алгоритмах збору сигналів, тоді як верхній рівень (WinCC) забезпечує візуалізований контроль через HMI-інтерфейси.

Налагодження швидкісного обміну даними між контролерним обладнанням та диспетчерським пунктом дозволило досягти нульової затримки у відображенні станів системи.

Програмне рішення охоплює контроль температурних коливань (екстер'єр/інтер'єр), зональний нагляд за вологістю, облік водних та кормових ресурсів, а також автоматичне коригування роботи теплогенераторів.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ПТАХОФЕРМА, КЛІМАТИЧНІ ПАРАМЕТРИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, TIA PORTAL, WINCC, PLC, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

Master's thesis: 76 pages, 3 sections, 40 figures, 15 references, 1 appendices.

This work focuses on engineering a robust digital framework for the autonomous supervision of environmental and production metrics within avian facilities, leveraging the capabilities of Siemens TIA Portal and WinCC software suites [7-11].

An in-depth evaluation of current poultry factory operations was conducted to highlight the limitations of legacy control methods and prove the necessity of advanced automation for livestock welfare.

A multi-layered control scheme was established. The foundational logic for data acquisition was programmed within the TIA Portal environment, while a sophisticated graphical interface for process monitoring was synthesized using WinCC.

By optimizing communication protocols between the PLC units and the SCADA layer, the system ensures instantaneous updates of all technological variables on the operator's console.

The engineered solution facilitates remote tracking of ambient and internal temperatures, sectional moisture levels, and the distribution of fluids and feed. Furthermore, it incorporates autonomous thermal regulation algorithms.

Keywords: AUTOMATED SYSTEM, POULTRY FARM, CLIMATIC PARAMETERS, TECHNOLOGICAL PARAMETERS, TIA PORTAL, WINCC, PLC, VISUALIZATION.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Огляд предметної області	11
1.2 Аналіз існуючих аналогів	13
1.3 Дослідження та опис технологій та інструментів реалізації.....	23
2 Розроблення нижнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі у Tia Portal.....	30
2.1 Теоретичні відомості про програмне забезпечення для проектування нижнього рівня автоматизованої системи контролю умов на птахофермі.....	30
2.2 Конфігурація станції ET200S у програмному середовищі TiaPortal.....	32

3	Проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі у програмному середовищі WinCC.....	49
3.1	Теоретичні відомості про програмне забезпечення для проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю умов на птахофермі.....	49
3.2	Проектування автоматизованої системи кліматичних та технологічних параметрів птахоферми.....	53
	ВИСНОВКИ.....	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДжЕРЕЛА	71
	ДОДАТОК А. Наукова публікація	73

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

WinCC - Центр керування Windows (Windows Control Center)
 PLC - Програмований логічний контролер (Programmable Logic Controller)
 CPU - Центральний процесор (Central Processing Unit)
 ПЗ - Програмне забезпечення
 Tia Portal - Totally Integrated Automation Portal
 ТОВ - Товариство з обмеженою відповідальністю

ВСТУП

Птахоферми та птахофабрики відіграють важливу роль у суспільстві та в Україні, адже саме на цю групу А припадає найбільша частка доходів - 77,4 %. На Прикарпатті, на Івано-Франківщині, є такі відомі фірми по вирощуванні птиць, а саме [1]:

1. фермерське господарство у с. Перерив, Коломийський район проаналізувати стан "Прометей";
2. приватне підприємство "Астра" (с. Русів, Коломийський район);
3. фермерське господарство у с. "Свір" Село Похівка, Богородчанський район;
4. фермерське господарство "Луковень" (село Луковець-Журівський, Рогатинський район);
5. фермерське господарство "Бурячок Віктора" у селі Дички, Рогатинський район;
6. ТОВ "Снятинська птахофабрика" у місті Снятин.

Для того, щоб забезпечити комфортні умови і здійснювати контроль кліматичних та технологічних параметрів птахоферми потрібні автоматизовані системи, які забезпечують підтримку життєвих ресурсів чи параметрів, які впливають на фізіологічний стан та здоров'я птиці. Кліматичні параметри визначають мікроклімат у приміщенні та впливають на птиці, а саме: її ріст, розвиток і здатність до відтворення. Щодо технологічних параметрів - це забезпечення птиці необхідною їжею та подачею води, забезпеченням тепла, що є необхідними умовами для підтримання її метаболізм мінімізації ризику захворювань, підтримання температурного балансу та поведіння.

Проектування ефективної, сучасної та надійної автоматизованої системи контролю кліматичних і технологічних параметрів на птахофермі дозволить поліпшити умови утримання на птахофермах та птахофабриках, оптимізувати роботу технічного обладнання, а також знизити фінансові витрати на енергоспоживання та обслуговування програмного забезпечення.

Тому, враховуючи викладений матеріал, визначено, що метою випускної роботи є проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми.

Для того, щоб розкрити мету роботи необхідно виконати наступні задачі:

7. розкрити особливості функціонування птахоферм та застосування автоматизованих систем управління на них;
8. проаналізувати сучасний стан автоматизованих систем на птахофермах;
9. розробити нижній рівень автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми;
10. спроектувати автоматизовану системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми;
11. зробити висновки та перспективи подальших досліджень у цій сфері.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення та підтримки важливих кліматичних та технологічних умов на птахофермі.

Методи дослідження: програмні пакети Siemens TIA Portal [7] та WinCC [11].

Технології створення та підтримки оптимальних кліматичних та технологічних умов птахоферми є предметом дослідження цієї наукової роботи.

Розроблена автоматизована система здійснюватиме контроль таких кліматичних та технологічних параметрів:

12. температура зовнішнього середовища;
13. температура прогрітого повітря на птахофермі;
14. вологість по секціях 1 та 2;
15. температура підготовленої води для напування;
16. рівень води;
17. кількість зерна (їжа);
18. керування температурою повітря на птахофермі (вмикання режиму підігріву).

Практичне застосування магістерської роботи полягає у створенні та вдосконаленні автоматизованих систем контролю кліматичних і технологічних параметрів на птахофермах, що мають значний розвиток для ефективності та розвитку даних сільськогосподарських підприємств. Галузь застосування спроектованої автоматизованої системи - це використання її у сільськогосподарських підприємствах, які зосереджені на ефективному вирощуванні птиці та догляду за ними.

Наукова новизна полягає у тому, що запропоновано комплексний підхід для автоматизації кліматичних та технологічних параметрів, який включає TIA Portal та WinCC шляхом узгодження процесів та налаштування зв'язку між програмованим логічним контролером у TIA Portal і WinCC для обміну даними і відображенні параметрів процесу в реальному часі.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

- Огляд предметної області

Птахівництво належить до однієї з найважливіших та найперспективніших галузей сільськогосподарського виробництва в Україні. Швидкий розвиток птахівничої галузі впродовж останнього десятиліття характеризується динамічним зростанням чисельності поголів'я птиці усіх видів, нарощуванням обсягів виробництва, збільшенням внутрішнього попиту та експорту продукції [2].

Основні параметри мікроклімату пташника включають температуру повітря, відносну вологість, шкідливих газів, освітленість та атмосферний тиск. Дослідження показують, що навіть незначне відхилення показників від норми здатне зіпсувати врожай або знизити продуктивність птиці. Коливання температури при невідповідності норми оптимальних показників вологості відбувається таким чином, що при температурі повітря +25 °C та вологості 75 % птиця відчуває всі +33 °C.

На частку забезпечення мікроклімату припадає від 40 до 75% річного споживання енергоресурсів птахівничих підприємств.

Відповідно до діючих будівельних норм України, температура повітря в пташниках має підтримуватися залежно від виду та віку птиці. У холодну пору року температура в курнику та індичнику повинна бути в межах 16-18 °C, для водоплавних птахів - близько 14 °C, а для курчат - 28-31 °C з поступовим зниженням у міру їх зростання. Цільова відносна вологість від 40 % до 60 % є ідеальною умовою для підтримання підстилки і посліду в сухому стані. При зниженні показників вологості до 35-40 % через неправильну експлуатацію обігрівачів у добох курчат відбувається пересушування слизових оболонок і втрата апетиту.

Автоматизація основних технологічних процесів на сучасних птахофермах є необхідною умовою забезпечення ефективного виробництва. На сучасних птахофермах усі основні технологічні процеси автоматизовані, а в останні роки все більшого поширення набувають роботизовані системи [14].

Існуючі системи автоматизації птахоферм на використанні програмованих контролерів, які отримують інформацію від датчиків та керують виконавчими механізмами. Від давачів мікроклімату в комп'ютер надходить оперативна інформація про параметри в птахівницькому приміщенні та про зовнішні кліматичні умови. Використовуючи отримані дані і відомості про нормативні потреби птиці, комп'ютер організує узгоджену роботу всіх систем підтримання мікроклімату. Альтернативи автоматичному управлінню мікрокліматом при сучасному рівні виробництва не існує, оскільки ефективність ручного управління є дуже низькою [14, 15].

Основними компонентами автоматизованих систем є: кліматичні контролери з сенсорним екраном, давачі температури та вологості та концентрації газів (CO₂, NH₃), давачі статичного тиску, виконавчі механізми (вентилятори, обігрівачі, системи охолодження), системи дистанційного моніторингу та керування [2].

Система контролю мікроклімату повинна забезпечувати безперервний моніторинг усіх критичних параметрів та автоматичне регулювання обладнання для підтримання заданих значень. На грибній фермі критично важливо безперервно контролювати показники клімату, адже навіть незначне відхилення здатне зіпсувати врожай. Аналогічні вимоги висуваються і до птахоферм, де від стабільності мікроклімату залежить здоров'я та продуктивність птиці.

Система має активно реагувати на зміни та захищати поголів'я на кількох рівнях. Перший рівень захисту забезпечує автоматизація дій для підтримання температури та вологості. Другий рівень включає систему сповіщень - якщо якийсь із показників мікроклімату наближається до критичного значення, спрацьовує сирена і працівники отримують сповіщення у мобільному застосунку. Система налаштована так, щоб не допускати ризикових показників мікроклімату та викликати персонал при наближенні до межі норми.

Надійність системи забезпечується застосуванням компонентів і технологій з сектору промислової автоматизації, що гарантує високий рівень безпеки, надійності, гнучкості та масштабованості. Розширена система управління та оповіщення про тривоги дозволяє моніторити та реєструвати кожну виконану дію. Програмне забезпечення контролерів розробляється з урахуванням 60-річного досвіду роботи виробників у галузі вентиляції та птахівництва, постійних відносин з ветеринарами і птахівниками, а також практичного досвіду роботи з клієнтами.

Для забезпечення точного контролю система повинна вимірювати температуру з точністю до 0,1 °C. Кількість температурних датчиків має бути достатньою для контролю всіх зон приміщення - типово від 4 до 8 давачів на один пташник. Система повинна підтримувати підключення датчиків вологості, концентрації CO₂ та NH₃, статичного тиску, а також забезпечувати можливість інтеграції з системами зважування корму та птиці.

- Аналіз існуючих аналогів

Для розуміння сучасного стану розвитку автоматизованих систем контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферм необхідно провести детальний аналіз існуючих комерційних рішень, що представлені на ринку України. Аналіз проводився з метою виявлення основних функціональних можливостей, технічних характеристик, а також недоліків кожної системи, що дозволить сформулювати вимоги до проектованої системи та уникнути типових помилок при її розробці.

1.2.1 Система Smart Clima від компанії FACCO (Італія)

Smart Clima є контролером, що належить до нової лінійки Smart Farm компанії FACCO [3] і призначений для управління функціями вентиляції на птахофермі. Система використовує компоненти та технології з сектору промислової автоматизації, що забезпечує високий рівень безпеки, надійності, гнучкості та масштабованості. FACCO є найбільшим світовим виробником сучасного обладнання для птахівництва і має представництво в Україні.

Контролер Smart Clima оснащений 7-дюймовим сенсорним екраном з дружнім графічним інтерфейсом, що використовує піктограми та зображення для мінімізації часу навчання. Система живиться від джерела 24В постійного струму з інтегрованим міні-ДБЖ.

Базова версія Smart Clima [3] може керувати системою охолодження, системою опалення, одним вікном та п'ятьма вентиляторними блоками.

Крім контролю вентиляції, контролер також може управляти кормороздавачами та системою зважування силосу за допомогою тензодатчиків.

Розширена версія Smart Clima Plus здатна контролювати до 8 вентиляторних блоків, дві системи охолодження Pad, два вікна та систему освітлення. Система підтримує підключення до 4 температурних датчиків, датчика внутрішньої вологості, моніторинг герметичності вікон. Smart Clima Plus додатково включає модуль освітлення з можливістю керування двома лініями освітлення через димер, модуль сигналізації відключення електроживлення та розширені функції тривоги.

Smart Clima є частиною лінійки Smart Farm і може віддалено керуватися через Smart Black Box, який підключає систему до мережі Інтернет та захищає всі дані і конфігурації ферми. Крім автоматичного контролю вентиляції, Smart Clima дозволяє автоматично керувати функцією годування, що дозволяє планувати графік відправлення та повернення кормороздавача [3].

Розширена система управління та оповіщення про тривоги дозволяє моніторити та реєструвати кожну виконану дію. Система включає Watchdog (сторожовий таймер) та розумну систему сигналізації. Забезпечується повне підключення до Інтернету для віддаленого доступу.

Переваги системи: використання промислових компонентів високої надійності; зручний графічний інтерфейс з великим сенсорним екраном; можливість віддаленого доступу через Інтернет; інтегроване безперебійне живлення; модульна архітектура, що дозволяє розширювати функціонал; наявність сторожового таймера для підвищення надійності.

Система Smart Clima від FACCO має недоліки, які потребують уваги при розгляді її впровадження. Обмежена кількість входів для температурних датчиків являється проблемою, оскільки система підтримує підключення лише до 4 температурних зондів, що може бути недостатнім для великих пташників з неоднорідним розподілом температури, тоді як конкуруючі рішення підтримують до 8-15 температурних датчиків. Базова версія системи також позбавлена модуля керування освітленням, що змушує птахівників обирати значно дорожчу версію Smart Clima Plus навіть якщо інші розширені функції їм не потрібні, що делегітимізує гнучкість вибору [3].

Критичним функціональним недоліком є відсутність прямої підтримки датчиків CO₂ та NH₃ в стандартній конфігурації, хоча моніторинг цих газів є абсолютно критично важливим для здоров'я птиці та вимагається сучасними нормами безпеки та утримання. Система виявляється залежною від додаткового обладнання Smart Black Box для забезпечення віддаленого доступу, що не тільки збільшує загальну вартість впровадження, але й створює додаткову точку потенційної відмови, що негативно впливає на надійність. До того ж, відсутня вбудована система архівування та Business Intelligence безпосередньо в контролері, хоча ці дані теоретично доступні через хмарний портал FACCO Portal, що вимагає наявності стабільного інтернет-з'єднання.

На рівні сумісності та інтеграції виявляються значні обмеження, оскільки система оптимізована виключно для роботи з обладнанням FACCO і може мати обмежену сумісність з компонентами інших виробників, що звукує можливості кастомізації та модернізації системи.

Висока вартість системи порівняно з аналогами становить суттєвий економічний бар'єр, що пов'язано з італійським походженням обладнання та необхідністю імпорту в Україну, що робить рішення недоступним господарств. Крім того, можливі затримки технічної підтримки та постачання запасних частин через географічну віддаленість головного офісу компанії від України можуть призвести до непередбачених простоїв обладнання.

Обмежена локалізація інтерфейсу означає, що хоча система підтримує багато мов, якість перекладу та адаптація до специфіки українського птахівництва можуть бути недостатніми для якісної роботи.

Впровадження системи потребує спеціалізованого навчання персоналу для налаштування та обслуговування, що значно збільшує експлуатаційні витрати та час, необхідний для запуску. Окрім того, відсутня можливість самостійного оновлення програмного забезпечення користувачем, оскільки оновлення зазвичай виконуються виключно сервісними інженерами FACCO, що створює залежність від виробника та затримки у отриманні нових функцій та виправлень помилок.

1.2.2 Контролер Image Pro від компанії Agrologic (Ізраїль)

Image Pro є універсальним контролером компанії Agrologic, призначеним для вирощування бройлерів, батьківського стада та курей-несучок [4]. Agrologic є глобальним лідером у сфері автоматизованих кліматичних контролерів, систем годування та зважування для птахівництва та свинарства. Компанія відома своєю надійністю, простотою використання та доступною ціною. Обладнання Agrologic представлено на ринку України через офіційних дистриб'юторів.

Контролер Image Pro оснащений великим 9-дюймовим кольоровим сенсорним дисплеєм з дружнім інтерфейсом. Система живиться від мережі 110-220В змінного струму. Image Pro має 15 аналогових входів, 20 цифрових входів, 6 аналогових виходів 0-10 В для керування швидкістю вентиляторів, опаленням, заслінками та димерами освітлення. Система підтримує підключення до 4 силосних ваг або 1 дозатора партій, а також 4 входи для системи автоматичного зважування птиці [4].

Базова конфігурація включає від 8 до 32 релейних виходів з сухими перемикальними контактами на 220 В/2А. Система є розширюваною за допомогою модулів по 8 реле до максимуму 96 виходів. Image Pro забезпечує точність вимірювання температури 0,1 °С. Контролер має передній USB-порт для простого оновлення програмного забезпечення та передачі інформації. Система зберігає всі дані протягом усього періоду вирощування, які можуть бути відображені в будь-який час у графічному форматі на кольоровому сенсорному екрані.

Image Pro забезпечує повний контроль клімату, включаючи керування вентилятором зі змінною швидкістю, димування освітлення, контроль статичного тиску, вологості, CO₂ та інших параметрів. Як стандарт включені криві зниження температури та ваги.

Система спроектована для дистанційного керування через веб-браузер, SMS, смартфон або планшет. Image Pro може керувати підключеними пристроями: водомір, датчик статичного тиску, датчик CO₂, датчик вологості, керування подачею корму, водяний клапан, повітряний впуск, охолоджувальна заслінка, охолоджувальна панель Pad, ступінчасті вентилятори, радіаційні/просторові обігрівачі, освітлення (вкл/викл), сигналізація, силосні ваги, ваги для птиці, температурні датчі.

Переваги системи: великий 9-дюймовий сенсорний дисплей для зручної роботи; велика кількість аналогових та цифрових входів (15 аналогових, 20 цифрових); можливість розширення до 96 релейних виходів; висока точність вимірювання температури (0,1 °С); вбудована підтримка автоматичного зважування птиці; інтеграція з системами зважування корму в силосах; можливість віддаленого керування через різні канали (веб, SMS, смартфон); збереження даних за весь період вирощування; доступна ціна порівняно з європейськими аналогами [4].

Контролер Image Pro від компанії Agrologic має низку суттєвих обмежень, які потрібно буде враховувати при його впровадженні. Система не має вбудованого безперебійного живлення, на відміну від системи FACCO Smart Clima, що означає можливість втрати живлення при короткочасних відключеннях електроенергії з наступним збоєм керування мікрокліматом та необхідністю ручного втручання. Для забезпечення безперебійної роботи потрібно встановлювати додатковий зовнішній ДБЖ, що значно збільшує загальну вартість впровадження системи.

Обмежена інформація про алгоритми керування та можливості їх налаштування являє собою ще одну проблему, оскільки в технічній документації не наведено детальної інформації про принципи роботи ПІД-регуляторів, нечітких регуляторів чи інших алгоритмів, що використовуються для підтримання заданих параметрів [4].

Це суттєво ускладнює тонке налаштування системи під специфічні потреби конкретної птахофабрики та не дозволяє оптимізувати роботу під місцеві умови. Крім того, відсутня детальна інформація про протоколи зв'язку та можливості інтеграції з системами верхнього рівня, оскільки невідомо, чи підтримує контролер стандартні промислові протоколи (Modbus, OPC UA тощо), що може ускладнити інтеграцію в корпоративні системи управління великих агрохолдингів та централізоване управління виробництвом.

Можливі проблеми з технічною підтримкою та постачанням запасних частин в Україні являються практичною проблемою, оскільки хоча обладнання представлено офіційними дистриб'юторами, географічна віддаленість виробника з Ізраїлю може призводити до значних затримок у вирішенні складних технічних питань та постачанні специфічних компонентів.

З огляду на наявність віддаленого доступу через Інтернет, критичне значення має відсутність детальної інформації про захист від несанкціонованого доступу та кібербезпеку, оскільки питання захисту від зовнішніх загроз є надзвичайно важливим, особливо для великих птахофабрик, де зупинка виробництва через кібератаку може призвести до значних матеріальних збитків.

Складність масштабування для дуже великих підприємств також представляє серйозну проблему, адже хоча система підтримує до 96 релейних

виходів, для птахофабрик з десятками пташників може знадобитися встановлення багатьох окремих контролерів, що ускладнює централізоване управління та комплексний аналіз даних. Обмежені можливості аналітики та Business Intelligence безпосередньо в контролері означають, що хоча система зберігає історичні дані та відображає їх у графічному вигляді, відсутні розширені функції аналізу продуктивності, прогнозування та оптимізації, які доступні в більш дорогих та продвинутих системах [5].

Додатковою проблемою є відсутність інформації про сертифікацію обладнання в Україні та відповідність українським стандартам, що може створювати проблеми при проходженні державних перевірок та отриманні необхідних дозволів.

Можлива недостатня локалізація програмного забезпечення також виявляється проблематичною, оскільки хоча контролер підтримує декілька мов, якість українського перекладу та адаптація до специфіки місцевого птахівництва можуть бути неадекватними для якісної роботи персоналу. Нарешті, відсутність відкритого API для розробки власних додатків значно обмежує можливості інтеграції з власними розробками підприємства та створення кастомізованих рішень для специфічних потреб конкретної птахофабрики, що зменшує гнучкість системи та її адаптивність до унікальних умов господарства [4].

1.2.3 Контролер Viper Touch від компанії Big Dutchman (Німеччина)

Viper Touch [5] є серією односекційних контролерів, спеціально розроблених для птахівничих приміщень компанією Big Dutchman. Серія включає декілька варіантів, кожен з яких відповідає різним вимогам до контролю клімату та виробництва у зв'язку з формами виробництва та географічними кліматичними умовами.

Контролер керується через великий сенсорний дисплей з графічним відображенням стану вентиляції, піктограмами та зручною навігацією в меню і тривогах [5].

Контролер доступний у різних виробничих варіантах: Broiler (бройлери), Breeder (батьківське стадо), Layer (несучки). Виробничі варіанти можуть бути об'єднані з різними кліматичними контролерами: Basic з виробничим контролем та кліматичним контролем на основі принципу Basic-Step (P-band регулювання); Flex з виробничим контролем та кліматичним контролем на основі принципу Flex-Step (до 63 рівнів вентиляції); Profi з повним контролем клімату та можливістю двозонного регулювання температури, вологості, вентиляції, охолодження, зволоження та вентиляції CO₂ в двох окремих зонах.

Функціональні можливості. Viper Touch [5] керує всіма функціями виробництва бройлерів, батьківського стада бройлерів або індиків. Функції контролю клімату включають: керування будь-яким типом стратегії вентиляції (природна, механічна або комбінована), включаючи бічну, перехресну, тунельну та CombiTunnel вентиляцію; контроль клімату включає свіже та витяжне повітря, опалення, теплообмінник, охолодження, аварійне відкриття та сигналізацію.

Система забезпечує: вентиляцію (обмін повітря, швидкість повітря), опалення та охолодження. Найважливіші температурні значення можна переглядати та налаштовувати на сторінках типу Climate та House view.

Viper Touch має три рівні захисту паролем, підтримує 32 мови, дозволяє налаштовувати головний екран, зберігати дані та налаштування, забезпечує просте управління сигналізацією. Сумісний з BigFarmNet для доступу через ПК, мобільний телефон та веб. Модульне апаратне забезпечення легко дозволяє додавати нові функції [5].

Переваги системи: доступність трьох режимів складності (Basic, Flex, Profi) для різних потреб користувачів; підтримка до 8 температурних датчиків; можливість двозонного керування у версії Profi; інтеграція з BigFarmNet для централізованого управління багатьма пташниками; великий вибір розмірів екрану (7 або 10 дюймів); підтримка 32 мов; модульна архітектура для легкого розширення; надійність та якість німецького обладнання.

Система контролю Viper Touch від Big Dutchman враховує складність налаштування режиму Flex-Step, який дозволяє налаштувати до 63 рівнів вентиляції, вимагає від користувача значних знань та досвіду для кожного з рівнів, і неправильне налаштування може призвести до неефективної роботи системи вентиляції [5].

Крім того, у найпростішому та найдоступнішому за ціною режимі Basic-Step відсутній контроль вологості, що означає неможливість контролювати такий критичний параметр як вологість, що суттєво обмежує його застосування на сучасних птахофабриках, де контроль вологості є обов'язковим. Режим Basic-Step також характеризується необхідністю щоденного налаштування клімату, оскільки цей тип кліматичного регулювання є дуже гнучким, але вимагає постійного коригування налаштувань різних кліматичних функцій, що збільшує трудові витрати персоналу.

Економічні аспекти також виявляються проблематичними для більшості господарств, оскільки вартість системи, особливо версії Profi з повним функціоналом, є значно вищою за бюджетні аналоги, що може стати критичним фактором для середніх та малих птахофабрик.

Залежність від сервісної підтримки Big Dutchman є ще одним суттєвим недоліком, адже складність обладнання та програмного забезпечення вимагає залучення кваліфікованих інженерів, обслуговування та ремонту, що значно збільшує експлуатаційні витрати. До того ж, можливі затримки постачання запасних частин, оскільки хоча Big Dutchman має представництво в Україні, специфічні компоненти часто потребують доставки з Німеччини, що призводить до непередбачених простоїв обладнання.

На функціональному рівні контролер Viper Touch [5] характеризується відсутністю функції MultiStep® у режимі Flex-Step, яка є в інших продуктах Big Dutchman, що обмежує можливості автоматичної оптимізації роботи вентиляції. Система також демонструє обмежену гнучкість у виборі обладнання сторонніх виробників, оскільки Big Dutchman рекомендує використовувати власне обладнання, і сумісність з компонентами інших виробників може бути обмеженою або навіть не підтримуватися офіційно.

Для персоналу без спеціальної технічної освіти інтерфейс системи виявляється складним, адже незважаючи на графічний дизайн, велика кількість меню, підменю та параметрів вимагає додаткового навчання операторів. Система не містить вбудованих функцій предиктивної аналітики та штучного інтелекту, що означає неспроможність використовувати сучасні технології машинного навчання. Нарешті, незважаючи на можливість доступу через BigFarmNet з мобільних пристроїв, спеціалізовані мобільні додатки з покращеним інтерфейсом для смартфонів можуть бути відсутні або мати обмежений функціонал, що ускладнює управління системою в полі.

1.2.4 Порівняльний аналіз та висновки

Проведений аналіз трьох провідних систем автоматизованого контролю мікроклімату птахоферм виявив, що усі три системи - Smart Clima (FACCO), Image Pro (Agrologic) та Viper Touch (Big Dutchman) - забезпечують базові функції контролю температури, вологості та вентиляції, підтримують віддалений доступ та мають сучасний графічний інтерфейс [1-5].

Спільні недоліки всіх аналізованих систем включають: високу вартість імпортного обладнання; залежність від зарубіжних постачальників запасних частин; можливі проблеми з локалізацією програмного забезпечення; необхідність спеціалізованого навчання персоналу; обмежену гнучкість у виборі сторонніх компонентів; відсутність або обмежені можливості інтеграції з системами верхнього рівня корпоративного управління.

Критичні недоліки, що потребують вирішення у проектованій системі: недостатня кількість входів для датчиків (особливо температурних) у

деяких моделях; відсутність вбудованого безперебійного живлення в більшості систем; складність або відсутність можливості самостійного налаштування складних алгоритмів керування; обмежені можливості предиктивної аналітики та використання штучного інтелекту; недостатній захист від кібератак при наявності віддаленого доступу; висока складність для користувачів без спеціальної технічної освіти.

Виявлені недоліки існуючих аналогів визначають напрямки розробки проектової автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми. Необхідно забезпечити: достатню кількість входів для різноманітних датчиків; вбудоване безперебійне живлення; простий та зрозумілий інтерфейс; можливість гнучкого налаштування алгоритмів; надійний захист від несанкціонованого доступу; доступну вартість завдяки використанню вітчизняних компонентів; незалежність від імпортних постачальників; можливість інтеграції з різноманітним обладнанням; розширені можливості синтезу та аналізу отриманих даних для прийняття виробничих рішень.

- Дослідження та опис технологій та інструментів реалізації

Для проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми обрано програмне середовище Totally Integrated Automation Portal (скорочено TIA Portal) [6,11,12] компанії Siemens. Дана платформа являє собою інтегроване інженерне рішення, яке об'єднує всі необхідні засоби для роботи з компонентами автоматизації на всіх етапах життєвого циклу проекту.

TIA Portal є результатом багаторічних розробок та значних інвестицій компанії Siemens у створення уніфікованого програмного середовища для комплексної автоматизації. У рамках єдиної програмної оболонки об'єднано розробку проектів для контролерів та пристроїв розподіленого введення-виведення, конфігурування систем людино-машинного інтерфейсу та SCADA-систем [8], параметризацію мережевих компонентів.

Програмне забезпечення TIA Portal призначене для вирішення завдань комплексної автоматизації на базі контролерів серій SIMATIC S7-1200, S7-1500, S7-300, S7-400 та WinAC, включаючи безпекові додатки [6, 11, 12].

Принципово новий користувацький інтерфейс TIA Portal оптимізовано для швидкого вибору та комбінування необхідних компонентів і функцій. Основний акцент зроблено на наочності, інтуїтивній зрозумілості та відсутності багатократно вкладених структур, що характерно для попередніх поколінь програмного забезпечення. Портальна сторінка пропонує користувачеві вибір доступних компонентів та прямий перехід до параметризації обладнання, написання програм або розробки графічних об'єктів людино-машинного інтерфейсу.

Частина TIA Portal, що відповідає за людино-машинний інтерфейс, успадкувала функціональні можливості як WinCC flexible (для панелей операторів та окремих комп'ютерів), так і WinCC (для SCADA з можливостями клієнт-серверних конфігурацій). Графічний інтерфейс редакторів став єдиним для цих двох пакетів, що спрощує розробку та підтримку проектів. Передбачається вибір та налаштування апаратної частини з можливістю одразу встановити з'єднання з вибраними контролерами та їх змінними [6, 7, 11, 12].

Сімейство S7-1200 є компактними, економічно ефективними контролерами з потужністю, достатньою для широкого кола завдань. Вони зазвичай застосовуються для невеликих машин, оригінальних виробників обладнання (OEM), а також для простих та середніх за складністю систем автоматизації. Контролер CPU 1212C AC/DC/Relay може підтримувати до 8 сигнальних модулів та 3 комунікаційних модулів, що забезпечує достатні можливості розширення для більшості застосувань.

Сімейство S7-1500 належить до категорії високопродуктивних промислових контролерів та призначене для складних ліній, високошвидкісної логіки та прецизійних систем керування. Швидкість виконання бітових інструкцій становить близько 1 наносекунди, що у 60 разів швидше за S7-1200. Модульна структура контролера дозволяє підключати до 32 модулів на одну станцію. Підтримуються повноцінні функції керування рухом для кількох осей. Кожен контролер SIMATIC S7-1500 підтримує функції керування рухом, а технологічні процесори забезпечують додаткові можливості, такі як розширена синхронізація передач [7, 11, 12]

При виборі програмованого логічного контролера для системи контролю птахоферми необхідно враховувати функціональне призначення та можливі канали зв'язку. Для застосування на птахофермах, де кількість контрольованих параметрів є середньою (температура, вологість, CO₂, NH₃, статичний тиск), а швидкість процесів не критична, оптимальним вибором може бути контролер S7-1200, який забезпечує необхідний функціонал при доступній вартості [6].

Для програмування контролерів Siemens у середовищі TIA Portal доступні п'ять міжнародно стандартизованих мов згідно зі стандартом IEC 61131-3: LAD, FBD, ST та SCL. Кожна з цих мов має свої переваги та оптимальні сфери застосування, що дозволяє обирати найбільш підходящий інструмент для конкретних завдань.

Обладнання для моніторингу та операторського контролю необхідне скрізь, де люди повинні працювати з машинами та установками, що виконують різноманітні завдання. Панелі SIMATIC HMI завжди є першим вибором, коли йдеться про машинно-орієнтоване управління та моніторинг. Портфель SIMATIC HMI Panel поєднує всі переваги Totally Integrated Automation (TIA), включаючи адаптивність до будь-яких вимог, масштабованість та уніфікований інжиніринг [6].

Інтуїтивне інженерне проектування з TIA Portal значно заощаджує час розробки. Редактор стилів полегшує створення екранів оператора в індивідуальному та послідовному дизайні. Інтуїтивне управління є важливим внеском у загальну безпеку установки. При наявності ПЛК, сконфігурованого в проекті TIA Portal, можна просто вибрати його зі списку, що демонструє ефективність інжинірингу та переваги інтеграції - все з'єднано разом, можна швидко перетягувати елементи між різними екранами для швидкого з'єднання компонентів.

Програмні компоненти включають HMI для візуалізації процесу, модуль тривоги для автоматичного контролю технологічних подій, та базу даних реального часу (Historian) для довгострокового зберігання та аналізу даних.

Існує декілька варіантів архітектури SCADA. Монолітна архітектура передбачає виконання всіх функцій на одному сервері. Розподілена архітектура розміщує функції між серверами - один може виконувати збір даних та управління ПЛК, другий - архівування даних, третій - взаємодію з клієнтами [7, 11, 12].

Промисловий комунікаційний протокол та його мережа є основою будь-якої архітектури системи автоматизації, оскільки вони забезпечують потужні засоби обміну даними. Сучасна тенденція полягає у переході до відкритих систем, що відповідають стандартам OSI (Open System Interconnection), які дозволяють легко з'єднувати пристрої різних виробників. Це усуває проблему несумісності обладнання від різних виробників, характерну для старих власницьких протоколів.

Modbus є універсальною мовою, що використовується в електронних контролерах ⁷ для обміну даними між пристроями. ⁷ Протокол був розроблений компанією Modicon (нині Schneider Electric) у 1979 році і став відкритим стандартом для промислових застосувань. Modbus підтримує комунікацію з багатьма пристроями одночасно. Існує дві основні реалізації: Modbus RTU для послідовних інтерфейсів (RS-232, RS-485, RS-422) та Modbus TCP/IP для Ethernet-мереж. У Modbus RTU підтримується архітектура "один майстер - багато підлеглих" (до 247 пристроїв), тоді як Modbus TCP дозволяє множинні з'єднання клієнт-сервер. Відстань передачі для Modbus TCP обмежена 100 метрами (стандартне обмеження Ethernet), тоді як для Modbus RTU вона може сягати кількох кілометрів залежно від швидкості передачі [6, 7, 11, 12]. PROFIBUS (Process Field Bus) [9] є перевіреним промисловим комунікаційним протоколом. З'єднувальний порт PROFIBUS використовує

послідовний інтерфейс з роз'ємом DB9. PROFIBUS є цифровою мережею, відповідальною за забезпечення комунікації між датчиками, системами управління та контролерами. Існує два різновиди: PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) використовується для управління датчиками та виконавчими механізмами через контролер у виробничих або автоматизованих застосуваннях; PROFIBUS PA (Process Automation) застосовується для моніторингу обладнання через системи керування процесами у процесних застосуваннях.

PROFINET є механізмом обміну даними між контролерами та пристроями на основі стандарту Industrial Ethernet. PROFINET - це відкритий промисловий Ethernet-стандарт, базований на стандартних комунікаційних носіях Ethernet. На відміну від звичайного Ethernet, PROFINET забезпечує продуктивність у реальному часі, критично важливу для промислових застосувань. PROFINET повністю сумісний з усіма досягненнями Ethernet та забезпечує повну прогнозованість для майбутнього розвитку. Всі пристрої можуть бути підключені до одного комутатора, що спрощує топологію мережі.

Для автоматизованої системи контролю птахохферми оптимальним є використання PROFINET як основного протоколу комунікації між контролером S7-1200/S7-1500 та розподіленими модулями введення/виводу, оскільки це забезпечує високу швидкість обміну даними, детерміновану поведінку та просту інтеграцію в TIA Portal. Для інтеграції додаткового обладнання (наприклад, частотних перетворювачів, лічильників) може використовуватися Modbus TCP/IP завдяки його широкій підтримці різними виробниками [6, 7, 11, 12].

Для вимірювання температури в приміщеннях птахохферми використовуються спеціалізовані датчики, призначені для застосування в тваринницьких приміщеннях. Давачі температури серії AC 2000 PLUS характеризуються високою якістю виготовлення та точністю вимірювань. Сучасні датчики забезпечують вимірювання в діапазоні від -40 °C до +60 °C з високою точністю. Давачі можуть мати аналоговий вихід 0-10 В або цифровий інтерфейс для підключення до контролера.

Датчики вологості та температури DOL 114 є комбінованими кліматичними датчиками, які використовуються для вимірювання температури та відносної вологості у тваринних приміщеннях. Діапазон вимірювання вологості становить від 0 до 100%. Датчик має вбудований мікропроцесор для обробки сигналів та два аналогових виходи 0-10 В для передачі даних про температуру та вологість. Конструкція датчика забезпечує захист від пилу та вологи, характерних для середовища птахохферми.

Спеціалізовані кліматичні контролери для птахівництва, такі як TempTron 304D, використовують вдосконалені давачі контролю температури та вологості для управління кліматом за допомогою вентиляторів, обігрівачів та систем охолодження. Контролери серії Aclimatron призначені для систем охолодження у птахівництві та тваринництві. Система Feedtronic забезпечує контроль годування. Для контролю мікроклімату в інкубаційних шафах використовуються сучасні програмно-логічні контролери.

Використання платформи TIA Portal у поєднанні з контролерами Siemens S7-1200/S7-1500, HMI-панелями SIMATIC та промисловими протоколами комунікації забезпечує низку суттєвих переваг для створення автоматизованої системи контролю птахохферми. По-перше, єдине інженерне середовище скорочує час розробки завдяки уніфікованому інтерфейсу та спільній базі даних проекту. По-друге, висока надійність та продуктивність обладнання Siemens. По-третє, стандартизовані протоколи комунікації (PROFINET, Modbus) забезпечують можливість інтеграції обладнання різних виробників. По-четверте, гнучкість масштабування дозволяє починати з базової конфігурації та поступово розширювати функціонал системи. По-п'яте, наявність потужних засобів діагностики та віддаленого доступу спрощує обслуговування та усунення несправностей [6, 7, 11, 13].

2 Розроблення нижнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахохфермі у Tia Portal

2.1 Теоретичні відомості про програмне забезпечення для проектування нижнього рівня автоматизованої системи контролю умов на птахохфермі

Totally Integrated Automation Portal [7, 11, 12] являє собою інтегроване програмне середовище розробки, створене компанією Siemens AG (Німеччина) для комплексної автоматизації технологічних процесів. Це не просто набір окремих інструментів, а цілісна платформа, яка об'єднує всі необхідні компоненти автоматизації - від програмування контролерів та конфігурування обладнання до розробки графічних інтерфейсів користувача та систем SCADA. TIA Portal є еволюційним розвитком концепції Totally Integrated Automation (TIA) та наслідком багаторічних розробок та значних інвестицій Siemens у створення уніфікованого рішення для промислової автоматизації.

Призначення TIA Portal полягає у забезпеченні проектування компонентів системи автоматизації всіх рівнів - від рівня датчиків і виконавчих механізмів до рівня централізованого управління та моніторингу. Платформа дозволяє розробляти та впроваджувати повносклепні автоматизовані системи для будь-яких процесів, включаючи контроль мікроклімату в сільськогосподарських приміщеннях.

Програмне забезпечення TIA Portal інтегрує до складу свого пакета кілька основних компонентів. SIMATIC STEP 7 у версіях Basic та Professional служить основним інструментом для програмування контролерів серій S7-1200, S7-1500, S7-300 та S7-400, підтримуючи всі стандартизовані мови програмування. SIMATIC WinCC [11] - це потужна платформа для розробки систем людино-машинного інтерфейсу (HMI) та SCADA-систем, включаючи можливість клієнт-серверних конфігурацій для диспетчерського управління. SINAMICS Startdrive забезпечує конфігурування та налаштування частотних перетворювачів. SIMOTION SCOUT TIA служить для програмування систем управління рухом та робототехніки. Крім цього, в пакет входять спеціалізовані модулі для безпеки (SIMATIC STEP 7 Safety та SIRIUS Safety), для керування м'якими стартерами (SIRIUS Soft Starter ES) та інші компоненти [6, 12].

Головна перевага TIA Portal полягає у кардинально новому підході до користувальницького інтерфейсу, що оптимізований для швидкого вибору та комбінування необхідних компонентів.

Однією з основних функціональних переваг є єдина база даних змінних проекту, яка доступна з усіх редакторів і автоматично синхронізується. Будь-які зміни, внесені, наприклад, у графічний дизайнер HMI, миттєво відображаються у програмі контролера та інших редакторах. Це повністю виключає помилки входу-виходу, уникає необхідності ручного експорту-імпорту даних. Редактор коду TIA Portal є високоінтерактивним, з максимальним використанням механізму "перетягнути-кинути" (drag-and-drop) для роботи з мишею, що універсально підходить як для графічних представлень (LAD, FBD), так і для текстових мов програмування [6, 12].

Щодо доступних версій ліцензування, то розрізняють STEP 7 Basic та STEP 7 Professional. Базова версія STEP 7 Basic призначена виключно для програмування контролерів серії S7-1200 та базових панелей операторів і часто постачається безплатно з купівлею стартового набору PLC. STEP 7 Professional забезпечує повний доступ до програмування всіх контролерів серій S7-1200, S7-1500, S7-300 та S7-400 з усіма розширеними функціями. Для системи контролю птахохферми, де передбачається використання контролера S7-1200 чи S7-1500, достатньо буде версії STEP 7 Professional. Вартість ліцензування TIA Portal варіюється залежно від функціонального набору та регіону: на міжнародному ринку ціни 1500-5000 доларів США для різних конфігурацій [6, 12].

TIA Portal активно підтримує сучасні методи розроблення та збільшення продуктивності. У версії V20 інтегрована Siemens Industrial Copilot - функція штучного інтелекту, яка надає інженерам допомогу в повсякденній роботі. Платформа підтримує розширену функціональність через TIA

Portal Test Suite для регресійного тестування та забезпечення надійності якості коду. Крім того, доступна інтеграція з TIA Portal Cloud для синхронізації проектів, спільної роботи команд та автоматичного резервування у хмарі [6].

Для реалізації автоматизованої системи контролю метеорологічних та технічних умов на птахофермі TIA Portal являє собою оптимальний вибір завдяки своїй універсальності, простоті використання та вбудованій підтримці програмування контролерів, конфігурування датчиків, розроблення графічних інтерфейсів та систем SCADA в єдиному середовищі. Це забезпечує скорочення часу розробки на 30 % порівняно з розрізненими інструментами та гарантує прозорість та надійність системи на всіх етапах її існування.

2.2 Конфігурація станції ET200S у програмному середовищі Tia Portal

Розроблена конфігурація системи (стартове вікно Tia Portal) є першим кроком для проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі (рис. 2.1).

Рисунок 2.1 - Стартове вікно Tia Portal

Наступним кроком є процес створення нового проекту (рис. 2.2). Вказуємо назву проекту Farm v1, місце розташування проекту, автора (рис. 2.2) і натискаємо кнопку Create.

Рисунок 2.2 - Створений проект Farm v1

Після цього виникає наступне вікно проекту з такими розділами:

19. Configure a device - конфігурація пристроїв (станції Simatic);
20. Write PLC Program - написання програми;
21. Configure an HMI screen - налагодження зв'язку верхнім рівнем системи.

Розроблення розпочинається з опису конфігурації станції, представленої на рисунку 2.3.

Конфігурація станції Simatic розробляється за допомогою програмного пакету SIMATIC Simatic та HW Config. Основними процесами[12] є створення нового проекту (рис. 2.1, рис. 2.2), вставка об'єкта необхідної станції, вибір CPU та різних модулів (наприклад, аналогових чи дискретних входів та виходів SM на рейці (Rack)).

Після розміщення всі необхідних модулів проводиться компіляція.

Рисунок 2.3 - Вікно конфігурування станції Simatic

Так як це новий проект і станція відсутня, то потрібно її додати, натиснувши кнопку Add new device (рис. 2.4), де вказуємо назву станції та вибираємо із списку необхідний нам CPU ET200S IM151-0 PN/DP CPU і натискаємо кнопку Add [10].

Рисунок 2.4 - Проект з доданою станцією

На рис. 2.5 показано безпосередньо конфігурацію станції.

Рисунок 2.5 - Hardware Config

Для подальшого написання програми необхідно додати у станцію всі необхідні модулі розширення та модулі живлення які необхідні для їх функціонування.

Почнемо з інтерфейсного модуля Profibus DP [13]. Для цього в каталозі пристроїв знаходимо вкладку Master interface та вибираємо модуль 6ES7 138-4HA00-0AB0 (рис. 2.6)

Рисунок 2.6 - Інтерфейсний модуль Profibus DP

Наступним кроком необхідно додати модуль живлення PM-E 24VDC (рис. 2.7).

Блок живлення необхідний для функціонування аналогових модулів вводу та виводу.

Дальше необхідно додати аналогові модулі вводу, через які в контролер поступатимуть показники таких датчиків:

22. температура зовнішнього середовища (надворі);
23. температура прогрітого повітря на вході;
24. температура Секції 1;
25. вологість Секції 1;
26. температура Секції 2;
27. вологість Секції 2;
28. температура підготовленої води для напування птиці.

Рисунок 2.7 - Модуль живлення PM-E 24VDC

Так як використовуватимуться датчі з уніфікованим сигналом 4...20 mA 2x провідні, то запропоновано використовувати наступні модулі аналогового вводу, а саме 2Aix12WIRE ST 6ES7 134-4GB01-0AB0. Їх необхідно 4 шт.

Рисунок 2.8 - Модулі аналогового вводу 2Aix12WIRE ST

Дані модулі параметруємо наступним чином: у вкладці Device переходимо в розділ Inputs та вказуємо для кожного каналу значення Current (2-wmt): 4 to 20 mA (рис.2.9).

Рисунок 2.9 - Параметрування аналогового вводу 2Aix12WIRE ST

Рисунок 2.10 - Додавання та параметрування аналогового виводу 2AoxU ST

Також для управління витяжними та приточними вентиляторами в системі кондиціонування необхідно додати ще 2 модуля аналогового виводу з виходом ± 10 В для лінійного управління частотними регуляторами обертів двигуна. Було запропоновано модулі 2 AoxU ST 6ES7 135-4FB0-0AB0 (рис. 2.10).

Щоб отримувати дані про рівень корму та води в годівницях та напувальниках необхідно додати дискретні модулі вводу і щоб забезпечити їх функціонування потрібно додати модуль живлення.

Так, як в кожній секції по 4 годівниці та 4 напувалки потрібно на кожну секцію по 8 дискретних входів та моніторингу зворотних зв'язків з клапанів та циркуляційних насосів. Тому запропоновано використати 4 модуля DI8x24VDC 6ES7 131-4BF00-0AB0 (рис. 2.11).

Рисунок 2.11 - Додаткові 4 дискретні модулі 8Dix24VDC

Для управління клапанами подачі води в напувальниці (напувальниках) та циркуляційними насосами необхідно додати 3 дискретні модулі виводу 4Dox24VDC/0,5A HF 6ES7 132-4BD00-0AB0 (рис 2.12).

Рисунок 2.12 - Модулі виводу 4Dox24VDC/0,5A HF 6ES7 132-4BD00-0AB0

На цьому конфігурування станції завершена і далі необхідно перейти до написання програми (рис. 2.13).

Рисунок 2.13 - Стартове вікно проекту

На даний момент у проєкті є тільки 1 організаційний блок, який виконується циклічно (рис. 2.14).

Для зберігання проміжних даних потрібно створити блок даних, у якому будуть зберігатись значення всіх давачів температури та вологості. Для створення блоку даних натискаємо Add new block появляється наступне вікно (рис. 2.15)

Рисунок 2.15 - Вікно додавання блоків

Вибираємо Data block та прописуємо назву блоку для подальшого відображення у програмі та натискаємо кнопку Create.

Рисунок 2.16 - Блок даних та теги для збереження значень температури та вологості

Також створюємо функцію, у якій буде відбуватись нормалізація аналогових сигналів з давачів вологості та температури. Для цього аналогічно як з блоком даних натискаємо Add new block та вибираємо FC. Вказуємо ім'я блоку та мову програмування, а також по бажанню можна присвоїти порядковий номер (рис. 2.17).

Рисунок 2.17 - Створення функції CRP_in

В організаційному блоці OB1 викликаємо створену раніше функцію FC1 і так само з усіма іншими функціями та іншими блоками, що будуть в програмі (рис. 2.18).

Рисунок 2.18 - Вікно додавання функції FC1

Тепер відкриваємо функцію FC1 та приступаємо до написання функції.

Для нормалізації аналогового сигналу нам необхідно створити Функціональний блок FB1 назвемо його CRP_in_fb і напишемо наступний код для подальшого використання у програмі. (рис. 2.19).

Рисунок 2.19 - Функціональний блок FB1

Даний функціональний блок функціонує наступним чином він перетворює сире число IN_value типу int у проміжне значення типу real а потім додає значення при необхідності значення зсуву та перемножує на множник та на виході формує нормалізоване значення (рис. 2.19).

Тепер відкриваємо функцію FC1 і викликаємо FB1, і нормалізуємо усі сигнали з давачів температури та вологості, а вихідні дані зберігаємо в створеному блоці даних DB1. Коли використовуємо функціональний блок, то пропонується створити екземплярний блок даних, де зберігаються проміжні дані при обрахунках (рис. 2.20).

Рисунок 2.20 - Екземплярний блок даних

Рисунок 2.21 - Нормалізація аналогового сигналу давача температури Секції 1

Цю операцію проводимо з усіма значеннями давачів температури та вологості.

Наступна функція, яку необхідно створити це функція опитування та управління годівницями та поїлками. Також створюємо блок даних, де

будуть зберігатись усі дискретні значення для управління поїлками та годівницями.
Для управління приточними насосами використовується функція FC3.
В основному головна програма (OB1) буде виглядати наступним чином (рис. 2.22).

Рисунок 2.22 - Основна програма OB1

У програмі використовуватимуться такі блоки (рис 2.23):

29. Main (OB1) - головна програма, де викликаються циклічно всі інші блоки;

30. CRP_In (FC1) - це функція для нормалізації аналогових сигналів давачів температури та вологості. У ній використовується функціональний блок CRP_in_fb (FB1), який нормалізує аналоговий сигнал з давача та зберігає поточне значення в блоці даних DB1. Для нормального функціонування FB1 створюються екземпляри блоку даних DB2-DB8.

Рисунок 2.23 - Всі блоки програми

Розроблений нижній рівень автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі використовуватиметься для проектування верхнього рівня. Використані теги, функції, функціональні блоки будуть внесені у програмний пакет WinCC для виводу аварійних повідомлень, виводу поточних контролюючих значень [9].

3 Проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів на птахофермі у програмному середовищі WinCC

3.1 Теоретичні відомості про програмне забезпечення для проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю умов на птахофермі

SIMATIC WinCC (Supervisory Control and Data Acquisition, Інформаційно-керуюча система) являє собою потужне програмне забезпечення для розробки систем HMI та систем SCADA, що виробляється компанією Siemens AG і розташовується в єдиній платформі TIA Portal. WinCC є одним з найвідоміших та найбільш розповсюджених вирішень для диспетчерського управління та моніторингу технологічних процесів у світі, активно використовуючись у енергетиці, комунальному господарстві, хімічній промисловості, водопостачанні та багатьох інших галузях. Історія розвитку WinCC сягає 1995 року, коли компанія Siemens випустила першу версію цієї системи [10-12].

Призначення WinCC полягає у забезпеченні комплексного контролю та керування технологічними процесами через інтуїтивний графічний інтерфейс. Для птахофабрики WinCC забезпечує можливість створення мнемосхем, що наочно відображають стан системи вентиляції, обігріву, охолодження та інших компонентів кліматичної системи, дозволяючи оператору миттєво усвідомити ситуацію та прийняти необхідні управлінські рішення [11, 12].

Архітектура WinCC передбачає два основні режими роботи: режим розробки (Engineering System) та режим виконання (Runtime). Режим розробки забезпечує інженерам можливість проектування всіх аспектів системи - від графічного дизайну екранів до конфігурування комунікацій з контролерами та баз даних. Режим виконання (Runtime) - це виконуване середовище, яке функціонує на операторських станціях чи на персональних комп'ютерах та забезпечує операторам доступ до розроблених інтерфейсів та контроль за процесом. WinCC підтримує архітектуру «клієнт-сервер», що дозволяє централізовано керувати багатьма операторськими станціями та архівувати дані на центральному сервері [10].

WinCC Explorer є основним навігаційним інструментом платформи WinCC, що забезпечує швидкий огляд усіх даних проекту, глобальних налаштувань, запуск редакторів та режиму Runtime, а також конфігурацію системи у варіанті «клієнт-сервер». Через WinCC Explorer інженер отримує доступ до всіх компонентів проекту, включаючи графічні екрани, конфігурацію тегів (змінних), налаштування комунікацій, архівування даних та управління тривогами. Інтерфейс Explorer організований у вигляді дерева проекту з ієрархічною структурою, що дозволяє легко знаходити та редагувати потрібні елементи системи [11].

WinCC надає низку вбудованих функціональних модулів для максимального розширення можливостей системи. Graphic Designer служить для створення мнемосхем та графічних представлень технологічного процесу, дозволяючи розміщувати об'єкти на екрані, встановлювати зв'язки з тегами контролера та програмувати динамічні елементи. Tag Management забезпечує конфігурування та керування всіма змінними (тегами) в системі, включаючи зв'язок з ПЛК через різні протоколи комунікації [7, 8, 11, 12].

Alarm Logging здійснює збір, архівування та представлення аварійних повідомлень та подій, сприяючи оператору в стеженні за критичними ситуаціями. Tag Logging забезпечує автоматичне збирання, архівування та стиснення вимірюваних величин з подальшим можливістю побудови графіків та аналізу трендів. Report Designer дозволяє створювати складні звіти у вільно програмованому форматі, керовані подіями або розкладом, з можливістю включення даних з CSV файлів та баз даних [7, 8, 11, 12].

Система WinCC передбачає вбудовану підтримку відкритих інтерфейсів для інтеграції з зовнішніми системами. OPC-інтерфейс (OLE for Process Control) дозволяє підключатися до будь-яких пристроїв та систем, які підтримують цей стандарт. Система підтримує протоколи комунікації Modbus TCP/IP, Modbus RTU, PROFINUS, Allen Bradley Ethernet/IP та інші промислові протоколи, забезпечуючи гнучкість у виборі обладнання. Крім того, WinCC дозволяє використовувати скрипти мовами ANSI C, VBScript та VBA для реалізації складних функцій та кастомізації системи [10-12].

WinCC Runtime Advanced призначений для роботи з окремих панелей операторів та комп'ютерів для управління одного місця. Цей режим забезпечує всі основні функції моніторингу та керування, включаючи візуалізацію мнемосхем, керування через кнопки та сенсорні екрани, відображення тривоги, роботу з трендами та звітами. WinCC Runtime Professional розширює функціонал з можливістю створення складних SCADA-систем з багаторівневою архітектурою, серверне зберігання даних, масштабування на десятки операторських станцій та інтеграцією з корпоративними системами управління. Runtime Professional підтримує резервування (Redundancy), що дозволяє організувати паралельну роботу двох одномісних систем WinCC з автоматичним переключенням при збої основної станції [10, 11, 12]

Програмне забезпечення WinCC випускається у кількох версіях, що відрізняються функціональністю та областю застосування. WinCC Basic - найпростіша та найдоступніша за ціною версія, призначена для проектування панелей операторів серії SIMATIC Basic. WinCC Comfort служить для розробки проектів панелей оператора серії Comfort та базових комп'ютерних систем. WinCC Advanced забезпечує проектування як панелей серії KTP, так і комп'ютерних систем WinCC Runtime Advanced з розширеними можливостями аналітики та управління. WinCC Professional являє

собою повнофункціональну версію з підтримкою WinCC Runtime Professional для створення складних SCADA-систем клієнт-сервер архітектури з можливістю резервування серверів [7, 11, 12]

Однією з ключових переваг WinCC для птахофабрик є його інтеграція з TIA Portal, що забезпечує єдиний робочий простір для програмування контролерів, розробки HMI та конфігурування датчиків. Вся інформація про проект зберігається в центральній базі даних, що автоматично синхронізує дані між ПЛК-програмою та графічним інтерфейсом, виключаючи можливість розсинхронізації. Система надійно архівує всі параметри мікроклімату, сповіщення про відхилення та історичні дані, дозволяючи здійснювати контроль оптимальної роботи та її оптимізацію. WinCC підтримує мобільний доступ через веб-браузери, що дозволяє операторам контролювати птахоферму навіть з мобільного пристрою, перебуваючи на території господарства.

Недоліки WinCC, на які слід звернути увагу, включають висока вартість ліцензування порівняно з альтернативними рішеннями, необхідність спеціалізованого навчання персоналу для ефективної роботи з системою, залежність від операційної системи Microsoft Windows та SQL Server для бази даних, а також певна складність інтерфейсу для користувачів без технічної підготовки. Окрім того, WinCC Unified все ще знаходиться на ранніх стадіях розвитку та має деякі обмеження у стилізації та візуалізації елементів порівняно з попередніми версіями [10, 11, 12]

Для реалізації системи контролю мікроклімату птахофабрики рекомендується використовувати WinCC Advanced або Professional у поєднанні з TIA Portal V20, що дозволить створити надійну SCADA-систему з повнофункціональним моніторингом, архівуванням даних, сповіщенням про відхилення та можливістю віддаленого керування через веб-інтерфейс [7].

3.2 Проектування автоматизованої системи кліматичних та технологічних параметрів птахоферми

Windows Control Center (WinCC) - це програмний пакет від Siemens для створення систем верхнього рівня або інакше людино-машинного інтерфейсу (HMI). Діалогове вікно програми WinCC Explorer - це діалогове вікно, яке є частиною програмного пакету Siemens Simatic WinCC (рис. 3.1). Це програмне забезпечення використовується для проектування верхнього рівня автоматизованої системи контролю умов на птахофермі [8, 10, 11, 12].

Згідно рис. 3.1, проект автоматизованої системи контролю умов на птахофермі розроблявся для одного користувача (Single-User Project). Single-User Project - це конфігурація системи, основним задання якої є використання лише однією людиною (оператором, користувачем, розробником, адміністратором) в один момент часу [8, 10].

Рисунок 3.1 - Вікно створення користувацького проекту

Рисунок 3.2 - Вікно створення проекту «FarmV1»

На рис. 3.2 показано вікно для внесення наступних даних:

- назву проекту «FarmV1» для проектування автоматизованої системи контролю умов на птахофермі;

1. місце його розташування: D:\Проекти\.

Рисунок 3.3 - Основне вікно проекту (дерево проекту)

WinCC Explorer (дерево проекту) - це керування проектом у системі Siemens Simatic WinCC [11].

Воно [12] є центральною точкою для створення доступу до різних компонентів, наприклад:

31. Tag Logging призначене для створення тегів, які відповідають за управління архівації даних з метою подальшого їх аналізу;
32. Alarm Logging - це система основним призначення якої є вивід аварійних повідомлень;
33. Graphics Designer є програмним середовищем для створення інтерфейсу системи;
34. Tag Management відповідає за зв'язок контролера (PLC) з верхнім рівнем;
35. Computer - це вкладка, яка відповідає за налаштування параметрів комп'ютера для старту проекту, часову зону та мову інтерфейсу, графічного відтворення та запуску проекту (рис. 3.4-3.7).

Рисунок 3.4 - Вікно для старту проекту

На рис. 3.5 показано вибір англійської мови для інтерфейсу та локальної часової зони (Local time zone).

Рисунок 3.5 - Вікно налаштування часової зони та мови інтерфейсу

Graphics Runtime (рис. 3.6) - це вкладка WinCC у властивостях комп'ютера (Computer properties), яка здійснює активацію системи для роботи у режимі оператора. Це частина програми, яку бачить кінцевий користувач і ця частина програми виконує всі попередньо налаштовані функції [10, 11, 12].

Рисунок 3.6 - Вікно налаштування графічного відтворення

Вкладка час виконання (Runtime) у властивостях комп'ютера (Computer properties) - це режим виконання проекту WinCC, тобто частина програми, у якій оператор чи користувач бачать на екрані графіки, кнопки, сигнали аварійних повідомлень, можна натискати кнопки та здійснювати процес управління (рис. 3.7).

Основними задачами WinCC Runtime є:

36. відображення технологічних процесів у режимі реального часу;
37. управління за допомогою кнопок;
38. збір та архівація даних;
39. вивід аварійних повідомлень;
40. обмін даними між PLC і оператором або користувачем.

Рисунок 3.7 - Вікно налаштування запуску проекту

Вікно створення тегів проекту (рис. 3.8) є спеціальною робочою панеллю у WinCC, де створюються (імпортуються) для верхнього рівня. Теги - це змінні, які з'єднують контролер (PLC) з візуалізацією (верхній рівень). Основними параметрами тегів є ім'я, тип даних і джерело: PLC або внутрішній тег WinCC [13].

Рисунок 3.8 - Вікно створення тегів проекту

Протокол зв'язку - це сукупність правил і форматів передачі даних, згідно якими ПЛК обмінюється інформацією з іншими пристроями [8]. Згідно, рис. 3.9 обрано протокол зв'язку Simatic S7 Protocol Suite.

Основні задачі протоколу зв'язку (рис. 3.9):

41. обмін даними в режимі реального часу між PLC і комп'ютером;
42. читання та запис тегів програмованого логічного контролера;
43. налаштування і узгодження даних.

У WinCC Configuration Studio (рис. 3.10) обрано Industrial Ethernet, де створюємо нове з'єднання (NewConnection_1).

Рисунок 3.9 - Створюємо протокол зв'язку з контролером

NewConnection_1 (рис. 3.10) є новим налаштованим з'єднанням, що встановлює правила, як саме WinCC [8, 10, 11, 12] буде здійснювати обмін даними з ПЛК (наприклад, через Ethernet або PROFIBUS, MPI).

Промисловий Ethernet з WinCC - це метод зв'язку для підключення WinCC (людина-машинний інтерфейс та програмне забезпечення SCADA) до промислових контролерів, таких як ПЛК Siemens S7, через мережу Ethernet. Це з'єднання налаштовується у WinCC за допомогою блоку каналу "Промисловий Ethernet" для встановлення логічного з'єднання між ПК/панеллю WinCC та комунікаційним процесором (CP) системи автоматизації [14].

Рисунок 3.10 - Створюємо зв'язок з контролером

Рисунок 3.11 - Налаштування зв'язку з контролером

Тепер його необхідно налаштувати: для цього правою клавішею миші натискаємо на створеному NewConnection_1 та вибираємо Connection parameter виникне діалогове вікно на рис. 3.11.

На рисунку 3.11 представлено процес конфігурації мережі, а саме: призначення IP-адреси контролеру та визначення номера слота CPU центрального процесора (ЦП, CPU).

Рисунок 3.12 - Теги проекту

Запускаємо Graphics Designer створюємо два вікна Start Screen та NewPdl0 (рис. 3.13).

Start SCREEN - це стартовий екран, який вказує на те, що це основний проекту, тобто це перша графічна сторінка, яку бачить оператор чи користувач, коли запускає систему.

Рисунок 3.13 - Вікна проекту

Рисунок 3.14 - Інтерфейс автоматизованої системи контролю умов на птахофермі

Прив'язуємо теги до полів виводу даних. Для цього на поле виводу даних натискаємо праву кнопку та вибираємо Configuration Dialog і виникне діалогове вікно на рисунку 3.15.

Рисунок 3.15 - Прив'язка тега до поля виводу даних

У даному вікні треба вибрати потрібний тег, вказати час оновлення тега, вказати тип тега (чи це вивід даних, чи ввід, чи обидва варіанти), а також розмір, шрифт та колір виводу даних. Для того щоб вказати тег який необхідно прив'язати потрібно натиснути кнопку «...» виникне діалогове вікно рис. 3.16.

Рисунок 3.15 - Вікно для вибору тега

Також прописуємо що при натисканні кнопки Message виникає вікно з повідомленнями про стан годівниць та поїлок і при критичних показниках повітря чи вологості де потрібно втручання оператора (рис 3.16, рис. 3.17).

Рисунок 3.16 - Вікно WinCC AlarmControl

Рисунок 3.17 - Вікно виводу аварійних повідомлень

Рисунок 3.17 - Вікно виводу трендів температур та вологості

Прописуємо, що при натисканні кнопки Indicator Archive виникає вікно з трендами де виводяться графіки та архівується поточні значення температур та вологості в процесі догляду за птахами (рис 3.18).

Спроектвана автоматизована дворівнева система контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми є ефективною розробкою

для управління комфортних умов життєдіяльності птиці. Вона дозволяє також контролювати кліматичний показник, такий як температура з метою попередження пожежі.

Технологічні параметри птахоферми - це показники, які відповідають за їжу та воду, тобто можливість контролю води у напувальниках та кількість зерна чи іншої їжі у посудинах.

Контроль температури у приміщенні з птахами дозволить також попередити пожежі шляхом виводу аварійних повідомлень на робочий монітор оператора.

Розроблений інтерфейс можна використати у сільськогосподарських приміщеннях, які займаються доглядом та розмноження птахів.

Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на включення додаткових параметрів контролю, а саме: метану та вуглекислого газу з метою запобігання впливу хімічних елементів на птахофермах.

ВИСНОВКИ

Спроектвана автоматизована система контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми дозволить підтримувати життєздатність птахів. Досить зручний користувачський інтерфейс дає можливість візуально бачити покази параметрів на моніторі комп'ютера і своєчасно попередити пожеж у разі суттєвого підвищення температури у приміщенні птахоферми.

Впровадження цієї системи у сільськогосподарські приміщення, які займаються птахівництвом забезпечить постійний контроль умов утримання птахів, тобто це дозволить автоматизовано контролювати подачу корму (їжі), запобігаючи перегодовуванню або недостатньому харчуванню.

Також це дозволить контролювати температуру води, що є критично важливим для здоров'я та продуктивності поголів'я.

У процесі виконання магістерської випускної роботи виконано наступні задачі:

44. розкрито особливості функціонування птахоферм та застосування автоматизованих систем управління на них;

45. проаналізовано сучасний стан автоматизованих систем на птахофермах з вказанням їх недоліків;

46. розроблено нижній рівень автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми у програмному пакеті Tia Portal;

47. спроектовано автоматизовану систему контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми у WinCC;

48. зроблено висновки та надано інформацію, щодо подальших наукових досліджень.

Матеріали даної магістерської випускної роботи були використані для написання наукової публікації (статті категорії Б) «Розроблення нижнього рівня автоматизованої системи контролю метеорологічних показників на птахофермі».

Текст даної статті опублікований у науковому журналі «Наука і техніка сьогодні» (Випуск No 11(52) 2025, с. 1887-1899). Дані про публікацію наведено додатку А (рис. А.1).

перелік ПОСИЛАНЬ на джерела

1. Птаховий ринок (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<http://market.aviana.com/?p=4187> (дата звернення: 29.10.2025)

2. Майбутнє - за інноваціями (стаття) [Електронний ресурс]. - Режим

доступу: <https://agrotimes.ua/article/majbutnye-za-innovacziyamy/> (дата звернення: 01.11.2025)

Smart Farm FACCO (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.facco.net/it/prodotti/ventilationssystems/63.html> (дата звернення: 02.11.2025)

3. Image Pro (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://agrologic.com/product-catalog/image-pro/> (дата звернення: 04.11.2025)

4. Обладнання для птахівництва (портал) [Електронний ресурс]. - Режим

доступу: https://www.facco.net/download/c882ae7_smartfarmenghigh.pdf (дата звернення: 05.11.2025)

5. Viper Touch - повний контролер температури та розведення птиці

(портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.bigdutchmanusa.com/poultry-production/products/environmental/controls-and-software/vipertouch/> (дата звернення: 07.11.2025)

6. TIA Portal (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html> (дата звернення: 09.11.2025)

7. SCADA системи (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата звернення: 12.11.2025)

8. Profibus (портал) [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Profibus> (дата звернення: 13.11.2025)

9. Белей, О. І., Штаер, Л. О., Меркер, Ю. М., Луцак, Д. Л. Розроблення

нижнього рівня автоматизованої системи контролю метеорологічних показників на птахофермі. Наука і техніка сьогодні. 2025, вип. 11(52), с. 1887-1899.]. Режим доступу до ресурсу: <https://perspectives.pp.ua/index.php/nts/issue/view/421>

10. **6 Simatic WinCC [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:**

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wincc-v7.html> (дата звернення: 15.11.2025)

11. Online help **6 WinCC - [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:**

[https://www.google.com/url?](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.winccoa.com/documentation/WinCCOA/3.18/en_US/GettingStarted/GettingStarted-19.html&ved=2ahUKEwjpgf75ez7AhXvAxAlHaCeDv8QFnoECB8QAQ&usq=AOvVaw3LxgX7y1aa93SGgq6dSmxs)

[sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.winccoa.com/documentation/WinCCOA/3.18/en_US/GettingStarted/GettingStarted-19.html&ved=2ahUKEwjpgf75ez7AhXvAxAlHaCeDv8QFnoECB8QAQ&usq=AOvVaw3LxgX7y1aa93SGgq6dSmxs](https://www.winccoa.com/documentation/WinCCOA/3.18/en_US/GettingStarted/GettingStarted-19.html&ved=2ahUKEwjpgf75ez7AhXvAxAlHaCeDv8QFnoECB8QAQ&usq=AOvVaw3LxgX7y1aa93SGgq6dSmxs) (дата звернення: 16.11.2025)

12. 3PLC SIMATIC STEP7 **6 [Електронний ресурс] - Режим доступу до**

ресурсу: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry> (дата звернення: 18.11.2025)

13. Online help WinCC **6 [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:**

<https://www.scribd.com/document/63008261/Connection-Between-WinCC-and-S7-Cpu-via-Industrial-Ethernet> (дата звернення: 22.11.2025)

14. Удосконалення технологічного процесу створення мікроклімату на бройлерній птахофермі з розробкою рекуператора теплоти - [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8275/1/1.pdf>

15. Методи та засоби створення високоефективних комп'ютеризованих систем автоматичного контролю параметрів теплового комфорту в будівлях/ Режим доступу до ресурсу: https://science.donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/10/ddiser_007.pdf

16.

ДОДАТОК А

Публікація наукової статті згідно теми роботи

Рисунок А.1 - Наукова публікація

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема магістерської роботи - «Проектування автоматизованої системи контролю кліматичних та технологічних параметрів птахоферми»

Обсяг пояснювальної записки в аркушах - 76

Перелік креслень графічної частини:

КМР.АКСм-15.00.00.001 ВЗ - Hardware Config. Вигляд загальний (1 аркуш)

КМР.АКСм-15.00.00.002 ВЗ - Блок даних та теги для збереження значень температури та вологості. Вигляд загальний (1 аркуш)

КМР.АКСм-15.00.00.003 ВЗ - Інтерфейс автоматизованої системи контролю умов на птахофермі. Вигляд загальний. (1 аркуш)

КМР.АКСм-15.00.00.004 ВЗ - Вікно WinCC AlarmControl. Вигляд загальний (1 аркуш)

Дата закінчення магістерської роботи « 22 » грудня 2025р.

Студент-магістр _____ Меркер Ю. М.